



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 17 593.8

Anmeldetag: 16. April 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung: Elektrische Maschine mit gekühlten
Ständer- und Läuferblechpaketen
und Wicklungen

IPC: H 02 K 9/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Beschreibung

Elektrische Maschine mit gekühlten Ständer- und Läuferblechpaketen und Wicklungen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit zwei Läuferblechpaketen, die auf einer gemeinsamen Welle in einem vorgegebenen axialen Abstand angeordnet sind und jeweils axial verlaufende Kühlkanäle besitzen, und zwei Ständerblechpaketen, die den Läuferblechpaketen zugeordnet sind. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine elektrische Maschine mit einem Gehäuse, einem Ständerblechpaket und einem Läuferblechpaket, die in dem Gehäuse angeordnet sind, wovon mindestens eines axial verlaufende Kühlkanäle besitzt, sowie Wickelkopfräumen an den Stirnseiten der beiden Blechpakete. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Kühlen einer elektrischen Maschine durch axiales Durchströmen mindestens eines Kühlkanals eines Läuferblechpakets und/oder Ständerblechpakets mit einem Kühlmedium.

10

15

20

Elektromotoren, insbesondere Asynchronmaschinen, werden üblicherweise durch Fremd- oder Eigenbelüftung gekühlt. Bei Normmotoren kleiner Leistung genügt in der Regel eine Oberflächenkühlung. Traktionsmaschinen kleiner und mittlerer Leistung erfordern eine hochwertigere Kühlung im Ständer und Läufer. Hierzu werden axial verlaufende Kühlkanäle im Ständer und Läufer einseitig mit einem Kühlmedium beschickt. Bei Industriemaschinen mittlerer und großer Leistung sind ebenfalls im Läufer axiale Kühlkanäle vorgesehen. Die Kühlkanäle werden einseitig oder beidseitig mit Kühlluft versorgt und der Austritt der Kühlluft erfolgt durch radiale Kühlkanäle zwischen mehreren Teilblechpaketen. Um die Blechpaketlänge nicht zu groß werden zu lassen, sind die Luftspalte zwischen den Teilblechpaketen nur wenige Millimeter breit.

30

35

Ein Problem bei der Kühlung mit Umgebungsluft besteht darin, dass die Luft mit Partikeln verschmutzt sein kann. Bei starkem Schmutzanteil in der Kühlluft würden sich jedoch schmale Kühltrennungen verhältnismäßig rasch zusetzen und die Kühlwirkung beeinträchtigen. Um dies zu vermeiden, ist bei Industriemaschinen meist ein Wärmetauscher vorgesehen. Damit ist gewährleistet, dass nur saubere Luft im Inneren der Maschine zirkuliert. Bei Traktionsmaschinen hingegen steht wegen der beengten Platzverhältnisse kein Einbauraum für einen Wärmetauscher zur Verfügung. Außerdem erhöht dieser Wärmetauscher die Temperatur der inneren Kühlluft, was wiederum die Leistungsfähigkeit einschränkt.

Wenn der Wärmetauscher nicht eingesetzt werden kann, muss die Kühlluft für die schmalen Kühltrennungen mittels feinporiger Luftfilter gefiltert werden. Bei großem Schmutzanfall bedeutet dies sehr häufige Filtermattenwechsel, was unerwünscht und beispielsweise bei Muldenkippern im Tagebau nicht praktikabel ist.

Eine gattungsgemäße elektrische Maschine ist beispielsweise aus dem Dokument US 2,610,992 bekannt. Die dort beschriebenen Ständer- und Läuferblechpakete weisen axial verlaufende Luftkühlkanäle auf.

In der deutschen Offenlegungsschrift DE 44 13 389 ist ferner eine elektrische Maschine beschrieben, die mit zwei auf einer gemeinsamen Welle in axialem Abstand voneinander angeordneten Rotorblechpaketen, zwei in entsprechendem Abstand voneinander angeordneten Statorblechpaketen und einer Kühleinrichtung, die eine Luftfördereinrichtung sowie in axialer Richtung verlaufende Kühlkanäle aufweist, besitzt. Letztere sind infolge des axialen Abstands der Blechpakete je in zwei Abschnitte unterteilt und derart mit der Luftfördereinrichtung verbunden, dass die beiden Abschnitte jedes Kühlkanals in entgegengesetzter Richtung durchströmt werden. In dem Ringraum zwischen den Blechpaketen wird die Kühlluft aus einer axialen

Richtung in eine radiale Richtung oder umgekehrt umgelenkt. Der axiale Abstand der Blechpakete ist dabei so gewählt, dass der im Ringraum zwischen den Blechpaketen für die Kühlluft zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt etwa gleich der
5 Summe der Strömungsquerschnitte aller in diesen Ringraum unmittelbar mündenden Kühlkanäle ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bei intensiver Kühlung einer elektrischen Maschine ein hohes Maß an
10 Schmutzunempfindlichkeit zu gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine elektrische Maschine mit zwei Läuferblechpaketen, die auf einer gemeinsamen Welle in einem vorgegebenen axialen Abstand angeordnet sind und jeweils axial verlaufende Kühlkanäle besitzen, und zwei Ständerblechpaketen, die den Läuferblechpaketen zugeordnet sind, wobei die Ständerblechpakete ebenfalls axial verlaufende Kühlkanäle besitzen und jeweils ein Ring zwischen den Läuferblechpaketen und den Ständerblechpaketen angeordnet
15 ist, wobei jeder Ring radial verlaufende Strömungskanäle besitzt, die mit den Kühlkanälen des jeweiligen Blechpakets in Verbindung stehen.

Durch den Ring wird das radiale Austreten des Kühlmittelstroms in der Mitte des Rotors beziehungsweise Stators mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit gewährleistet. Somit kann die Gefahr reduziert werden, dass sich in den Strömungskanälen Schmutzpartikel niederschlagen. Diese Kühlkonstruktion ermöglicht es, auf kleine Spalte und Bohrungen zu verzichten,
30 die durch Verschmutzungen rasch verstopft werden könnten. Ferner ermöglicht diese Kühlkonstruktion eine beidseitige Kühlung. Dies bedeutet, dass beiden Seiten der Maschine mit kalter Kühlluft beblasen werden können. Hierdurch kann eine ungleichmäßige Kühlung des Ständers beziehungsweise Läufers
35 verhindert werden. Die ungleichmäßige Kühlung bei einseitiger Luftzufuhr äußert sich in Temperaturunterschieden zwischen beiden Stirnseiten des Blechpakets.

Der oder die Ringe zwischen den Läufer- und/oder Ständerblechpaketen können radial verlaufende Stege aufweisen. Im Läuferblechpaket hat ein derartiger Ring dann die Wirkung eines Schaufelrads, der die Kühlluft bei seiner Drehung nach
5 außen fördert.

Die beiden Läuferblechpakete und die beiden Ständerblechpakete sind vorzugsweise jeweils gegeneinander verpresst. Die Ringe zwischen den jeweiligen Blechpaketen gegebenenfalls mit
10 den Stegen verhindern, dass durch die Druckkräfte beim Pressen oder magnetischen Zug Bleche des Blechpakets in den radialen Kühlkanal zwischen beiden Blechpaketen gebogen werden.

Mindestens eines der Blechpakete kann an der Stelle, an der
15 der Kühlmittelstrom von seiner axialen Strömungsrichtung in die radiale Strömungsrichtung umgelenkt wird, abgefasst sein. Hierdurch wird der Strömungswiderstand reduziert und es kann eine höhere Strömungsgeschwindigkeit aufrechterhalten werden.

20 Darüber hinaus ist erfindungsgemäß vorgesehen eine elektrische Maschine mit einem Gehäuse, einem Ständerblechpaket und einem Läuferblechpaket, die in dem Gehäuse angeordnet sind, wovon mindestens eines axial verlaufende Kühlkanäle besitzt, und Wickelkopfräumen an den Stirnseiten der beiden Blechpakete, wobei an mindestens einem der Kühlkanäle in einem der Wickelkopfräume ein Kühlkanalfortsatz angeordnet ist, mit dem ein Kühlmedium aus dem Gehäuse ableitbar ist.

Auch hier wird die hohe Kühlleistung und geringe Schmutzempfindlichkeit durch beidseitige Kühlung und Vermeidung kleiner
30 Spalte und Bohrungen erreicht. Die Kühlluft wird auf beiden Stirnseiten (Antriebs- und Nicht-Antriebsseite) axial und/oder radial in das Motorgehäuse geblasen und tritt nach dem Strömen über die Ständerwickelköpfe beziehungsweise Läuferkurzschlussringe in die axialen Ständer und Läuferkühlöffnungen
35 ein. Dabei sind auch hier die Durchmesser der Kühlöffnungen und die Luftgeschwindigkeit so groß gewählt, dass sich kein

Schmutz ablagern kann. Der Luftaustritt ist durch entsprechende Kanäle, d. h. Kühlkanalfortsätze, vom Lufteintritt getrennt.

- 5 Vorzugsweise sind am Ständerblechpaket Rohre als Kühlkanalfortsätze durch das Lagerschild der elektrischen Maschine geführt. Damit kann die Abluft durch den Wickelkopfraum, in den das Kühlmittel eingeführt wird, nach außen geleitet werden.
- 10 Am Läuferblechpaket sind die Kühlkanalfortsätze vorzugsweise Bestandteile des Läuferdruckrings beziehungsweise in diesen eingearbeitet. Damit kann das abzuführende Kühlmittel durch den Wickelkopfraum bis zum Lagerschild transportiert werden und von dort durch Aussparungen im Lagerschild nach außen ge-
15 langen. Hierzu sollten zwischen dem Lagerschild und dem Läuferdruckring Dichtungen vorgesehen sein, so dass das abzuführende Kühlmittel nicht in den Wickelkopfraum beziehungsweise in das Lager strömt.
- 20 Vorteilhafterweise sind in dem Ständerblechpaket und/oder Läuferblechpaket in Umfangsrichtung mehrere Kühlkanäle verteilt und jeder zweite Kühlkanal besitzt an der einen Stirnseite des jeweiligen Blechpakets den Kühlkanalfortsatz und die anderen Kühlkanäle weisen ihre Kühlkanalfortsätze an den anderen Stirnseiten des jeweiligen Blechpakets auf. Damit werden die Blechpakete in Umfangsrichtung abwechselnd in beiden axialen Richtungen durchströmt.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten
30 Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

- FIG 1 eine Querschnittsansicht eines Asynchronmotors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und
- 35 FIG 2 einen Querschnitt durch einen Asynchronmotor gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar. Die in FIG 1 dargestellte Asynchronmaschine besitzt eine Welle 1, die in Lagerschilden 2 gelagert ist. Ein in Umfangsrichtung verlaufender Gehäuseabschnitt 3 vervollständigt das Gehäuse der elektrischen Maschine.

Der Ständer 4 der Asynchronmaschine besitzt zwei Teilblechpakete 41 und 42, die gegeneinander verpresst sind. Dazwischen befindet sich ein Ring 5 mit radial verlaufenden Stegen 51, 52 an beiden Seiten.

Der auf die Welle 1 aufgeschlumpfte Läufer 6 ist ähnlich aufgebaut. Auch er besitzt zwei Läuferblechpakete 61 und 62 sowie einen dazwischenliegenden Ring 7 mit radial verlaufenden Stegen 71 und 72 an beiden Seiten.

Das Kühlmittel strömt an beiden Seiten des Ständerblechpakets durch Aussparungen 31 und 32 in den jeweiligen Wickelkopfraum. Von dort strömt es durch Kühlkanäle 411 und 421 des Ständers 4 zu dem Spalt zwischen den Ständerblechpaketen 41, 42, in dem sich der Ring 5 befindet. Die Stege 51 und 52 sorgen für entsprechende Strömungskanäle in radialer Richtung nach außen. Durch eine Aussparung 33 strömt das Kühlmittel aus dem Gehäuse der Asynchronmaschine.

Ein Anteil des in die Aussparungen 31, 32 einströmenden Kühlmittels strömt an den Wickelköpfen und Kurzschlussringen vorbei in Kühlkanäle 611 und 621 der Läuferblechpakete 61, 62. Auch hier werden die axial nach innen verlaufenden Kühlmittelströme in der Mitte durch den Ring 7 beziehungsweise dessen Stege 71, 72 radial nach außen gelenkt.

Die Ringe 5 und 7 besitzen damit die doppelte Funktion der Unterstützung der Luftführung und der Stabilisierung des Blechpakets. Die radial gerade nach außen führenden Stege 71, 72 fördern die Luft durch die Drehbewegung des Läufers nach

außen. Falls die Asynchronmaschine nur für eine Drehrichtung vorgesehen ist, können die Stege 71, 72, gegebenenfalls auch die Stege 51, 52 in Umfangsrichtung entsprechend geschwungen sein, um Störgeräusche zu vermindern.

5

Zur Reduzierung des Strömungswiderstands können die Kanten 410, 420, 610, 620 abgephast oder abgerundet sein (in der Zeichnung nicht dargestellt). Hierdurch lässt sich die radiale Strömungsgeschwindigkeit nach dem Umlenken erhöhen.

10

Zum Schutz vor Abrasion sind die im Spalt liegenden Teile der Ständerspulen mit einer Schutzhülle (ebenfalls nicht dargestellt) umgeben.

15

Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in FIG 2 dargestellt. Die Bauteile, die denen der ersten Ausführungsform entsprechen, sind mit den gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet. Diesbezüglich wird auf die Beschreibung von FIG 1 verwiesen.

20

Das einteilige Ständerblechpaket 43 ist mit einem axial verlaufenden Kühlkanal 431 versehen. Im linken Wickelkopfraum (bezogen auf die zeichnerische Darstellung) wird der Kühlkanal 431 durch ein Röhrchen 81 als Kühlkanalfortsatz weitergeführt. Das Röhrchen 81 durchdringt an seinem anderen Ende das Lagerschild 2. Bei dem in Umfangsrichtung nächsten axialen Kühlkanal durch das Ständerblechpaket 43 verläuft das Röhrchen 82 durch den rechten Wickelkopfraum und das rechte Lagerschild 2. Damit strömt das Kühlmittel in dem in der oberen Hälfte von FIG 2 nicht dargestellten Kühlkanal (in der unteren Hälfte dargestellt) nach rechts und über das Röhrchen 82 nach außen. In dem in Umfangsrichtung davor liegenden, in FIG 2 geschnittenen Kühlkanal 431 dagegen, strömt das Kühlmittel nach links und durch das Röhrchen 81 nach außen.

35

Hinsichtlich der Kühlung des Läuferblechpakets ergibt sich ein ähnliches Bild. Das einteilige Läuferblechpaket 63 weist

einen axialen Kühlkanal 631 auf. Das Läuferblechpaket 63 wird von Läuferdruckringen 91, 92 zusammengehalten. In den linken Läuferdruckring 91 ist ein Strömungskanal 911 eingearbeitet. Der Strömungskanal 911 mündet in eine Aussparung 21 im Lagerschild 2. Somit ergibt sich für das Kühlmittel ein Strömungsverlauf von außen durch die Aussparung 32 in das Gehäuse der Asynchronmaschine, durch den rechten Wickelkopfraum an den Wickelköpfen und dem Kurzschlussring vorbei in den Kühlkanal 631, durch den Strömungskanal 911 als Kühlkanalfortsatz und schließlich durch die Aussparung 21 im Lagerschild nach außen. In dem in Umfangsrichtung nächsten Kühlkanal des Läuferblechpakets 63 erfolgt die Strömung in entgegengesetzter Richtung. Hierzu ist in dem Läuferdruckring 92 ein entsprechender Strömungskanal (nicht dargestellt) vorgesehen, der das Kühlmittel aus der Aussparung 22 im rechten Lagerschild führt.

Zwischen dem Läuferdruckring 91, 92 und dem Lagerschild 2 ist eine nicht dargestellte Dichtung, z.B. eine Labyrinthdichtung angeordnet, um zu verhindern, dass ein Teil der Kühlluft direkt wieder nach außen tritt.

Die axial verlaufenden Kühlkanäle sowohl in der Ausführungsform gemäß FIG 1 als auch in der gemäß FIG 2 können radial und in Umfangsrichtung in dem Läufer- und Ständerblechpaket beliebig angeordnet sein. Der Einfachheit halber sind in den Zeichnungen lediglich Kühlkanäle im Ständer- und Läuferblechpaket auf jeweils einer Umfangsfläche mit konstantem Radius dargestellt. Darüber hinaus kann die Strömungsrichtung der Kühlkanäle, insbesondere in der Ausführungsform von FIG 2, beliebig gewählt werden. Es sollte lediglich darauf geachtet werden, dass die Verteilung der Kühlkanäle mit unterschiedlichen Strömungsrichtungen in Umfangsrichtung etwa gleich verteilt ist. Somit lässt sich eine ungleichmäßige Kühlung der Blechpakete und der Wicklungen verhindern.

Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine ist insbesondere in Umgebungen einsetzbar, wo die Kühlluft einen vergleichsweise hohen Schmutzanteil enthält.

5 Wärmetauscher sind aufgrund der beengten Platzverhältnisse bei Traktionsmaschinen nicht einsetzbar. Diese Wärmetauscher erhöhen die Temperatur der inneren Kühlluft, was die Leistungsfähigkeit der Traktionsmaschine verringert.

10 Ohne Wärmetauscher ist bei schmalen Schlitten zwischen den Teilblechpaketen ein feinporiger Luftfilter erforderlich.

Bei großem Schmutzanteil in der Kühlluft bedeutet dies sehr häufige Filtermattenwechsel.

15

Deshalb eignet sich eine erfindungsgemäße elektrische Maschine insbesondere auch für den Antrieb von Muldenkippern im Taubau.

20

Patentansprüche

Elektrische Maschine mit

- 5 - zwei Läuferblechpaketen (61,62), die auf einer gemeinsamen Welle (1) in einem vorgegebenen axialen Abstand angeordnet sind und jeweils axial verlaufende Kühlkanäle (611,621) besitzen, und
- 10 - zwei Ständerblechpaketen (41,42), die den Läuferblechpaketen (61,62) zugeordnet sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- 15 - die Ständerblechpakete (41,42) ebenfalls axial verlaufende Kühlkanäle (411,421) besitzen und
- jeweils ein Ring (5,7) zwischen den Läuferblechpaketen (61,62) und den Ständerblechpaketen (41,42) angeordnet ist, wobei jeder Ring (5,7) radial verlaufende Strömungskanäle besitzt, die mit den Kühlkanälen des jeweiligen Blechpakets in Verbindung stehen.
- 20 2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei der Ring (5, 7) radial verlaufende Stege (51,52,71,72) aufweist.
- 3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei die beiden Läuferblechpakete (61,62) und die beiden Ständerblechpakete (41,42) jeweils gegeneinander verpresst sind.
- 30 4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mindestens eines der Blechpakete (41,42,61,62) an der Stelle (410,420,610,620), an der die Kühlmittelströmung vom axialen Verlauf in den radialen Verlauf umgelenkt wird, abgefasst ist.
- 5. Elektrische Maschine mit
- einem Gehäuse (2,3),
- einem Ständerblechpaket (43) und einem Läuferblechpaket
- 35 (63), die in dem Gehäuse (2,3) angeordnet sind, wovon mindestens eines axial verlaufende Kühlkanäle (431,631) besitzt, und

- Wickelkopfräumen an den Stirnseiten der beiden Blechpakete (43, 63),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

- 5 - an mindestens einem der Kühlkanäle (431, 631) in einem der Wickelkopfräume ein Kühlkanalfortsatz (81, 82) angeordnet ist, mit dem ein Kühlmedium aus dem Gehäuse (2, 3) ableitbar ist.

10 6. Elektrische Maschine nach Anspruch 5, wobei die Kühlkanalfortsätze (81, 82) an dem Ständerblechpaket (43) Rohre sind, die durch ein Lagerschild (2) der elektrischen Maschine geführt sind.

15 7. Elektrische Maschine nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Kühlkanalfortsätze an dem Läuferblechpaket (63) Bestandteil eines Läuferdruckrings (91, 92) sind, in den Strömungskanäle (911) eingearbeitet sind.

20 8. Elektrische Maschine nach Anspruch 7, wobei die Strömungskanäle (911) in dem Läuferdruckring (91, 92) das Kühlmittel durch das Lagerschild (2) führen und zwischen dem Läuferdruckring (91, 92) und dem Lagerschild (2) eine entsprechende Dichtung angeordnet ist.

30 9. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei in dem Ständerblechpaket (43) und/oder Läuferblechpaket (63) in Umfangsrichtung mehrere Kühlkanäle (431, 631) verteilt sind und jeder zweite Kühlkanal an der einen Stirnseite des jeweiligen Blechpakets (43, 63) an einen der Kühlkanalfortsätze (81, 82) angeschlossen ist und die anderen Kühlkanäle an der anderen Stirnseite des jeweiligen Blechpakets an Kühlkanalfortsätze angeschlossen sind.

35 10. Verfahren zum Kühlen einer elektrischen Maschine mit Gehäuse (2, 3) mit den Schritten

- axiales Durchströmen mindestens eines Kühlkanals (431, 631) eines Läuferblechpakets (63) und/oder Ständerblechpakets (43) mit einem Kühlmedium,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- 5 - Ableiten des Kühlmediums aus dem mindestens einen Kühlkanal (431, 631) mittels eines Kühlkanalfortsatzes (81, 82) durch einen Wickelkopfraum aus dem Gehäuse (2, 3).

- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei Kühlkanäle des Läuferblechpakets (63) und/oder des Ständerblechpakets (43) in Umfangsrichtung abwechselnd von dem Kühlmedium in entgegengesetzten Richtungen durchströmt werden.

Zusammenfassung

Elektrische Maschine mit gekühlten Ständer- und Läuferblechpaketen und Wicklungen

5

Elektrische Maschinen großer Leistung müssen intensiv gekühlt werden. Darüber hinaus ist häufig gleichzeitig ein hohes Maß an Schmutzunempfindlichkeit zu gewährleisten. Hierzu sind für beidseitige Belüftung zweigeteilte Ständer- und Läuferblech-

10

pakete (41,42,61,62), die in der Mitte jeweils durch einen Ring (5,7) beabstandet sind, vorgesehen. Der Ring (5,7) besitzt Stege (51,52,71,72), so dass zwischen den Teilblechpaketen (41,42,61,62) radiale Strömungskanäle entstehen, die eine adäquate Strömungsgeschwindigkeit gewährleisten. Alter-

15

nativ können bei einteiligen Blechpaketen an den axialen Kühlkanälen in Umfangsrichtung abwechselnd Kühlkanalfortsätze an der einen oder anderen Seite des Blechpakets vorgesehen werden, die das erwärmte Kühlmittel in jeweils entgegengesetzten Richtungen nach außen transportieren.

20

FIG 1



